

Список літератури: 1.ГоршковаЛ.М., РубинаЛ.В., ЧайкаЗ.А. та інші. Получение белковых веществ из семян подсолнечника//Масложировая промышленность. – 1977. - №2. – С. 11-13. 2.ЩербаковВ.Г., ИваницкийС.Б. Производство белковых продуктов из масличных семян. – М.: Агропромиздат, 1987, - 152 с. 3.Zeki Berk Technology of production of edible flour and protein products from soybeans// FAO Agricultural Services Bulletin. – 1992.-№97.- С. 47-54. 4.Sara E. Molina Ortiz, Maria Cristina Anon Analisis of products, mechanisms of reaction, and some functional properties of soy protein hydrolysates//Journal of American Oil Chemists Society. – 2000. – v.77,№12. – С. 1293-1301. 5.Alvaro Villanueva et all. Peptide Characteristics of sunflower protein hydrolysates//Journal of American Oil Chemists Society. – 1999. – v.76,№12. – С. 1455-1460. 6.НосенкоТ.Т. Спосіб одержання білкових ізолятів із соняшникового шроту. Деклараційний патент на корисну модель. Опубл. Бюл.№2, 2006 р. від 30.01.2006.

Надійшла до редколегії 21.10.08 р.

УДК 637.522.001.5:577.15

КОВАЛЕНКО В.А, канд.техн.наук, доцент, **МОСКАЛЕНКО О.В.**

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУФАБРИКАТА БЕЛКОВОГО НА ОСНОВЕ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В статье представлены данные по обоснованию параметров ферментативного протеолиза коллагенсодержащего сырья (КС) в технологии полуфабриката белкового (ПБ), изучены его функционально-технологические свойства, химический, аминокислотный состав и показатели безопасности.

В условиях современной рыночной экономики развитие производства базируется на ресурсосберегающих технологиях, как реальном источнике усиления сырьевой базы перерабатывающих отраслей. Известно, что в отечественной мясоперерабатывающей отрасли около 14% белоксодержащих ресурсов остаются невостребованными. Среди них особый интерес представляет вторичное мясное сырье богатое белком коллагеном, на долю которого приходится от 25 до 33% общей массы белков убойных животных.

Одним из таких видов коллагенсодержащего сырья являются сухожилия и жилы крупного рогатого скота, которые в силу высокого содержания соединительной ткани не достаточно эффективно применяются в производстве мясных изделий, полуфабрикатов и мясопродуктов.

Анализ современных тенденций в развитии безотходных технологий производств мясной промышленности [1-3] позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время широкие перспективы для обработки КС имеют биотехнологические методы, предусматривающие использование ферментных препаратов различного происхождения. Для направленного расщепления химических связей коллагена существуют различные способы обработки, однако, ферментативный протеолиз обладает рядом преимуществ по сравнению с химической или физической обработкой, используемой в технологических процессах переработки КС:

- высокой каталитической активностью ферментов, позволяющей экономить энергию, потребляемую при физической и химической обработках;
- реализуемостью в «мягких» условиях обработки, позволяющих избежать экстремальных температур и концентраций;

– специфичностью действия ферментов, предотвращающей нежелательные побочные реакции;

– простотой инактивации при традиционных температурах термообработки мясных изделий.

Вместе с тем, широкое использование методов биотехнологии для обработки КС и вовлечения его в производство мясных изделий и мясопродуктов сдерживается, с одной стороны – ограниченным перечнем протеолитических ферментов отечественного производства, а, с другой стороны – недостатком научно обоснованных технологий их применения.

Исходя из вышеизложенного, актуальными являются исследования по изучению целесообразности применения ферментных композиций для более рационального использования КС в мясоперерабатывающей промышленности. Внедрение безотходных технологий может способствовать повышению эффективности производства, увеличению объемов, расширению ассортимента выпускаемой продукции и снижению дефицита белка в рационах питания населения Украины.

Целью данных исследований явилась разработка технологии ПБ на основе КС для мясных рубленых изделий, изучение его функционально-технологических свойств, химического и аминокислотного состава и показателей безопасности.

Объектами исследований явились: протомегатерин Г20Х, папаин, (КС) – смесь жилок и сухожилий, ПБ.

При разработке рецептурного состава композиции ферментов оптимизацию соотношения в ней ферментов протомегатерина Г20Х и папаина, а также количество композиции к массе КС проводили, используя метод полного факторного эксперимента с последующим математическим моделированием в проблемно ориентированном пакете MathCad.

Ферментативный протеолиз КС проводили, руководствуясь требованиями ГОСТ 20264.2–88 [4]: при температуре 30°C, рН среды 7,0 (для нейтральных протеаз), продолжительности – 10×60 с.

В качестве параметра оптимизации использовали показатель содержания водорастворимых продуктов гидролиза КС (А).

В рамках двухфакторной модели эксперимента моделирование количества ферментов к массе КС и их соотношения в композиции проводили при соблюдении следующих условий [5]:

– исходная таблица полного факторного эксперимента была рандомизирована (перестроена в случайном порядке) для снижения влияния возможных изменений факторов среды (температуры, продолжительности, рН-среды);

– количество необходимых повторов экспериментов было рассчитано с учетом выполнения условий репрезентативности выборки и статистической повторяемости эксперимента, при этом учитывалось следующее требование – с вероятностью 95% погрешность измерения выходной величины не должна превышать 5%;

– была получена математическая модель зависимости содержания растворимых продуктов гидролиза КС от соотношения ферментов в композиции (S_{ϕ}) и количества (C_{ϕ}) композиции к массе сырья;

– диапазон данных был приведен к стандартному, который используется при постановке и планировании эксперимента (от «-1» до «1»);

– проведена проверка адекватности математической модели с помощью критерия Фишера;

– статистическую значимость коэффициентов уравнений регрессии проверяли с помощью критерия Стьюдента.

В рамках квадратичной модели, состоящей из двух параметров, содержание водорастворимых продуктов гидролиза КС в зависимости от соотношения ферментов в композиции и количества композиции к массе сырья, рассчитывали по уравнению [5]:

$$A(C_{\phi}, S_{\phi}) = -232,02 + 2523,5 \cdot C_{\phi} + 132,88 \cdot S_{\phi} - 8066,8 \cdot C_{\phi}^2 - 47,47 \cdot S_{\phi}^2 + 27 \cdot C_{\phi} \cdot S_{\phi} \quad (3.1)$$

где A – содержание водорастворимых продуктов гидролиза КС, мг/г белка;

S_{ϕ} – соотношение ферментов в композиции;

C_{ϕ} – количество композиции, % к массе сырья.

В ходе математического моделирования определена область рациональных значений параметров, приведенная на рис.1.

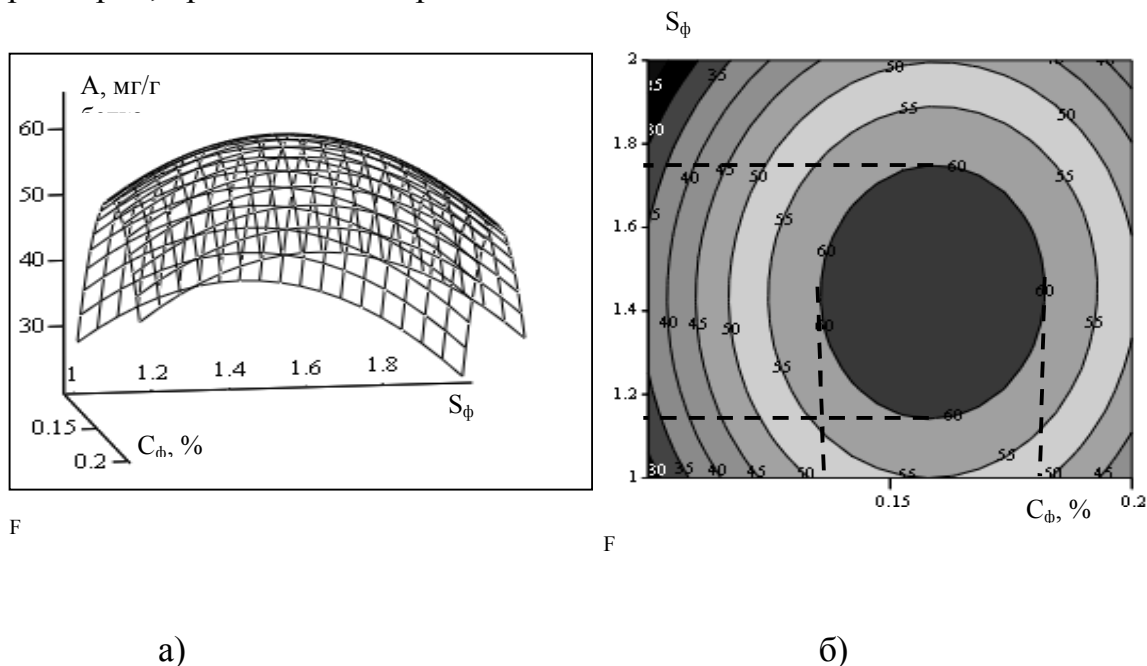


Рис 1. Удельное содержание водорастворимых продуктов гидролиза (A) при различных значениях соотношения ферментов в композиции и ее количества в КС

а) – модель поверхности отклика; б) – зона рациональных значений

Анализируя графические зависимости, следует отметить, что зона оптимальных параметров ограничена следующими значениями: количество композиции к массе сырья – 0,14...0,18%, соотношение ферментов в композиции – 1,16...1,75.

В дальнейших исследованиях для упрощения расчетов использовали композицию ферментов, в которой соотношение ферментов соответствовало 1,5:1, а концентрация 0,15%.

Важным фактором, имеющим решающее значение при проведении ферментативного протеолиза является температура. Известно, что каждый фермент имеет свой температурный оптимум. Выход температуры за пределы температурного оптимума приводит к снижению активности ферментов.

Изучение влияния температуры на активность разработанной композиции представляло особый интерес, поскольку из литературных данных известно, что один из ферментов композиции – папаин является достаточно термостойким. При изучении протеолитической активности руководствовались требованиями ГОСТ 20264.2–88. Ферментативный протеолиз проводили при pH 7,0, в течение 10×60 с, соотношение

ферментов в композиции составило 1,5:1; количество композиции к массе белкового субстрата (КС) – 0,15%. На рис. 2. представлены данные об изменениях протеолитической активности композиции ферментов и входящих в ее состав ферментов относительно КС в зависимости от температуры.

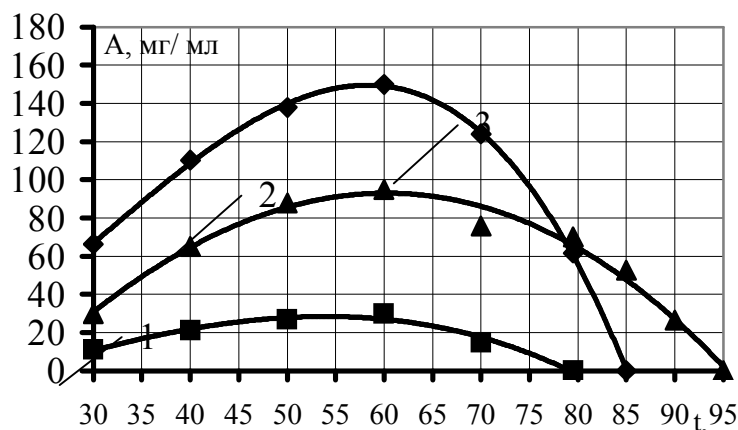


Рис. 2. Удельное содержание водорастворимых продуктов гидролиза (А) КС при различных значениях температуры ферментативного протеолиза
1 – протомегатерин Г20Х; 2 – папаин; 3 – композиция ферментов

Следует отметить, что активность композиции ферментов, протомегатерина Г20Х и папаина, увеличивается при повышении температуры до 55...60⁰С. Так, активность композиции ферментов при температуре 60⁰С в 5,0 раз выше активности протомегатерина Г20Х и в 1,6 раза выше активности папаина. Полученные данные свидетельствуют о том, что одновременное использование двух ферментов в составе композиции позволяет усилить их активность относительно КС.

Согласно полученным данным полная инактивация композиции ферментов наблюдается при температуре 85±2⁰С, что обосновывает возможность ее использования для ферментативного протеолиза КС с последующим прогреванием до температуры выше 85±2⁰С для инактивации ферментов.

Установлено, что композиция ферментов проявляет максимальную активность при нейтральных значениях рН-среды. Изменение рН как в кислую, так и в щелочную зоны снижает активность композиции ферментов, табл 1.

Таблица 1 - Влияние рН-среды на накопление водорастворимых продуктов гидролиза КС (А) при ферментативном протеолизе композицией ферментов

Наименование ферментов	Содержание водорастворимых продуктов гидролиза КС, мкг/мл					
	рН-среды					
	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Композиция ферментов m ПМ Г20Х:m ПАП=1,5:1	110±2	334±6	450±9	500±10	391±7	315±6

Так, при рН 4,0 содержание водорастворимых продуктов гидролиза КС снижается на 88%, а при рН 9,0 – на 37% по сравнению с их содержанием при проведении ферментативного протеолиза при рН 7,0. Полученные данные согласуются с данными литературы о значениях рН-оптимума действия как папина, так и

протомегатерина Г20Х, которые находятся в диапазоне нейтральных значений рН-среды.

Известно, что активность ферментов может изменяться в зависимости от продолжительности ферментативного протеолиза. При этом температура оказывает влияние на изменение активности ферментов. Поскольку температурный оптимум композиции ферментов находится в диапазоне достаточно высоких температур и составляет 55...60°C, представляло интерес исследование влияния температуры и продолжительности ферментативного протеолиза КС на накопление растворимых продуктов гидролиза. Ферментативный протеолиз КС проводили при рН 7,0; количество композиции ферментов к массе сырья 0,15%, соотношении ферментов в композиции – 1,5:1.

Содержание водорастворимых продуктов гидролиза КС (А) в зависимости от температуры и продолжительности ферментативного протеолиза рассчитывали по уравнению [5]:

$$A(\tau, t) = -1690,3 + 10,6 \cdot \tau + 55,6 \cdot t - 4,4 \cdot 10^{-2} \cdot \tau^2 - 9,19 \cdot 10^{-2} \cdot t^2 - 49167 \cdot 10^{-14} \cdot \tau^2 \quad (3.2)$$

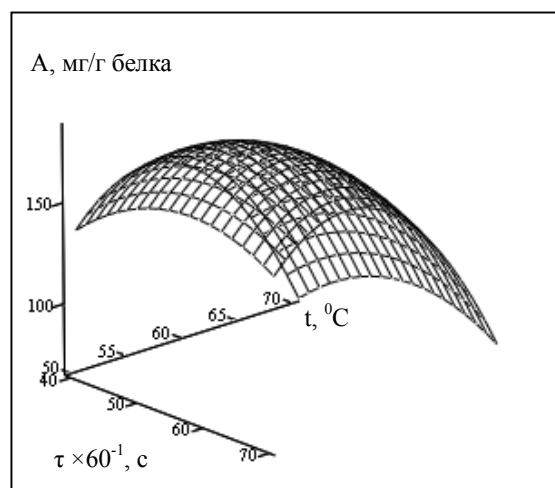
где А – содержание водорастворимых продуктов гидролиза, мг/г белка;

τ – продолжительность ферментативного протеолиза, с;

t – температура ферментативного протеолиза, °C.

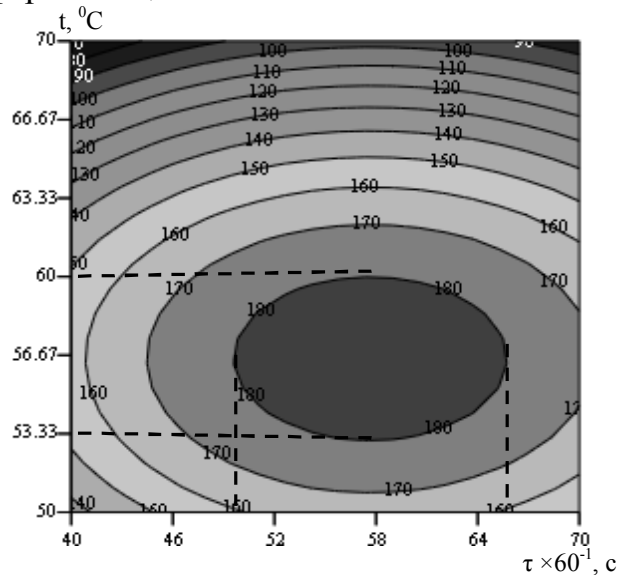
В ходе последующего математического моделирования определена область рациональных значений исследованных показателей, рис.3.

Анализ представленных зависимостей позволил закрепить в качестве оптимальных параметров следующие значения: продолжительность ферментативного протеолиза – (50...66)×60 с, температура ферментации – 53...60°C.



1

а)



б)

Рис 3. Удельное содержание водорастворимых продуктов гидролиза (А) при различных значениях продолжительности и температуры ферментативного протеолиза КС

а) – модель поверхности отклика; б) – зона рациональных значений

Известно, что протеолитические ферменты катализируют реакцию расщепления белковых молекул с участием воды. Однако, введение большого количества воды в КС при проведении его ферментативного протеолиза приведет к увеличению влажности конечного продукта и повышению энергозатрат при его высушивании. Обоснование

минимального гидромодуля, обеспечивающего эффективное проведение ферментативного протеолиза, проводили по интенсивности накопления водорастворимых продуктов гидролиза при различных значениях гидромодуля.

Ферментативный протеолиз КС проводили с учетом оптимизированных выше параметров. Результаты исследований представлены на рис.4.

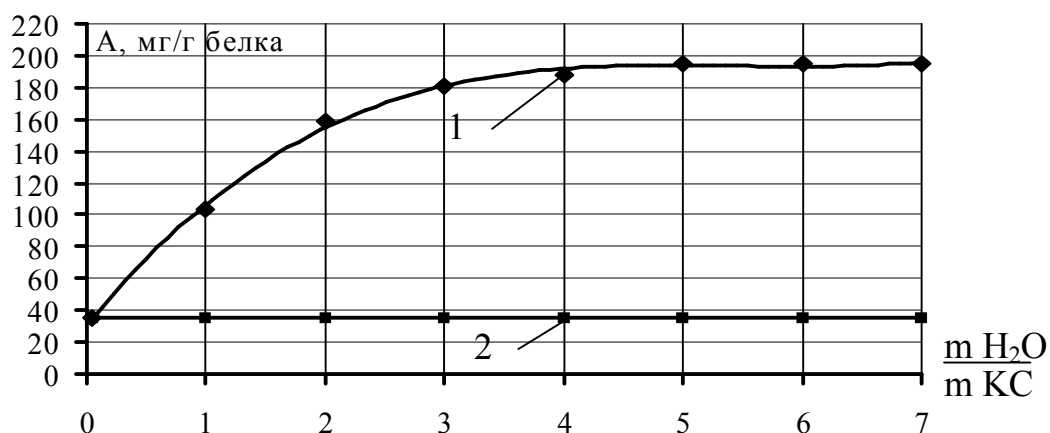


Рис. 4. Удельное содержание водорастворимых продуктов гидролиза КС (А) в зависимости от гидромодуля

1 – ферментативный протеолиз; 2 – выдерживание в воде без ферментации (контроль)

Согласно полученным экспериментальным данным, для эффективного протеолиза КС достаточен гидромодуль «вода : КС» – 3:1. Дальнейший рост содержания воды в среде не приводит к существенному увеличению степени протеолиза.

С учетом данных о температурной инактивации композиции ферментов (рис. 2) после проведения ферментативного протеолиза для инактивации композиции ферментов, а также для обеспечения микробиологической безопасности смесь нагревают до температуры $96 \pm 2^{\circ}C$ и выдерживают в течение $(5 \pm 0,2) \times 60$ с.

В связи с этим нами были изучены показатели, характеризующие состояние белкового компонента КС после проведения ферментативного протеолиза и последующей тепловой обработки, табл. 2.

При этом исследование показателей проводили через 6×60^2 с и 12×60^2 с хранения ферментированного КС при температуре $4 \pm 2^{\circ}C$.

Таблица 2 - Характеристика белкового компонента ферментированного КС в процессе

Сроки хранения, $\times 60^2$ с	Содержание белка, г/100 г продукта		Содержание азота и оксипролина в водорастворимой фракции, мг/г белка			
	Общий белок	Белок водорастворимой фракции	Аминный азот	Небелковый азот	Общий оксипролин	Свободный оксипролин
0	$12,4 \pm 0,2$	$8,7 \pm 0,2$	$15,8 \pm 0,3$	$1,8 \pm 0,1$	$58,0 \pm 1,2$	$2,9 \pm 0,1$
6	$12,3 \pm 0,2$	$8,6 \pm 0,2$	$15,6 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,1$	$58,0 \pm 1,2$	$2,9 \pm 0,1$
12	$12,4 \pm 0,2$	$8,6 \pm 0,2$	$15,7 \pm 0,3$	$1,8 \pm 0,1$	$58,0 \pm 1,2$	$2,9 \pm 0,1$

Установлено, что ферментативный протеолиз переводит 70% белков КС в водорастворимое состояние. Основная часть азота водорастворимой фракции белка находится в составе пептидов и аминокислот, а, следовательно, ферментативный протеолиз КС композицией ферментов не приводит к глубоким деструктивным изменениям коллагена, при этом 95% оксипролина, также находится в составе пептидов. Исследование указанных показателей в процессе хранения ферментированного КС свидетельствует об отсутствии ферментативной активности композиции ферментов и ее полной инактивации при нагревании смеси после проведения ферментативного протеолиза.

Для получения более стабильного при хранении и удобного для транспортировки продукта изучены процессы сушки, с использованием метода смешанного теплоподвода (СТП-сушка).

Установлено, что рациональными параметрами являются: температура сушильного агента – 75°C , продолжительность сушки до конечной влажности 5% – 90 минут, рис 5.

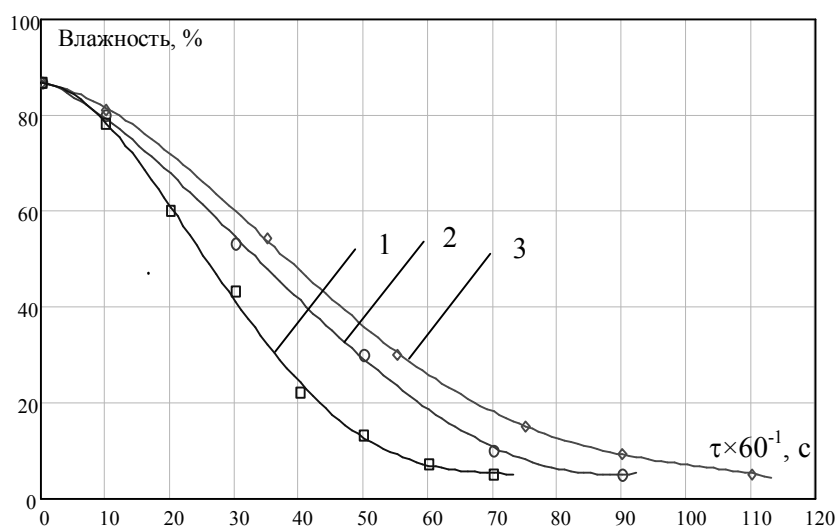


Рис. 5. Кинетика сушки ПБ при различных температурах сушильного агента
Температура сушильного агента: 1 – 90°C ; 2 – 75°C ; 3 – 60°C

По органолептическим показателям ПБ представляет собой порошок без комков и посторонних включений, с запахом свойственным продукту из мясного сырья, от белого до кремового цвета.

Обоснование сроков хранения ПБ проводили по показателям окислительных изменений липидов и микробиологическим показателям. Продолжительность хранения составила 180 суток, измельченный ПБ хранили в вакуумной упаковке при температуре $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$, табл. 3.

Установлено, что с увеличением продолжительности хранения возрастают численные значения перекисного и тиобарбитурового чисел. Диаметр частиц оказывает влияние на данные показатели: чем меньше размер частиц, тем интенсивнее протекают процессы окислительных изменений липидов во времени.

По микробиологическим показателям ПБ отвечает нормативам, установленным для данного вида продукции в Украине. Это обосновывает возможность его хранения при влажности $86 \pm 1\%$ и температуре $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 12 часов, а при влажности $5 \pm 0,2\%$ – в вакуумной упаковке и температуре $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 180 суток.

Таблица 3 - Окислительные изменения липидов высушенного полуфабриката
белкового в процессе хранения

Средний диаметр частиц ПБ, 10 ⁻³ м	Показатели окислительных изменений липидов							
	Перекисное число, моль активного кислорода на 1 г ПБ				Тиобарбитуровое число, нмоль МДА на 1 г ПБ			
	Продолжительность хранения, сутки							
	0	60	120	180	0	60	120	180
<0,5	4,0±0,1	6,4±0,3	7,9±0,5	8,9±0,4	4,2±0,1	98±2	156±4	235±5
0,5...1,0	4,0±0,1	4,4±0,2	4,9±0,3	5,3±0,2	4,2±0,1	63±1	93±3	135±4
1,0...1,5	4,0±0,1	4,1±0,1	4,4±0,2	4,7±0,2	4,2±0,1	60±1	88±2	124±3

Исследована продолжительность регидратации высушенного и измельченного ПБ в зависимости от диаметра частиц. Установлено, что при гидромодуле сырье : вода = 1 : 6 и температуре воды – $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ для полного восстановления сухого ПБ требуется регидратация в течение 10 мин.

Результаты проведенных исследований были положены в основу разработки технологической схемы производства ПБ, которая в рамках подсистем состоит из: блок «D₁» – подготовка сырья, блок «D₂» – подготовка композиции ферментов, блок «С» – проведение ферментативного протеолиза КС, блок «В» – сушка; блок «А» – фасовка, упаковка и хранение, рис 6.

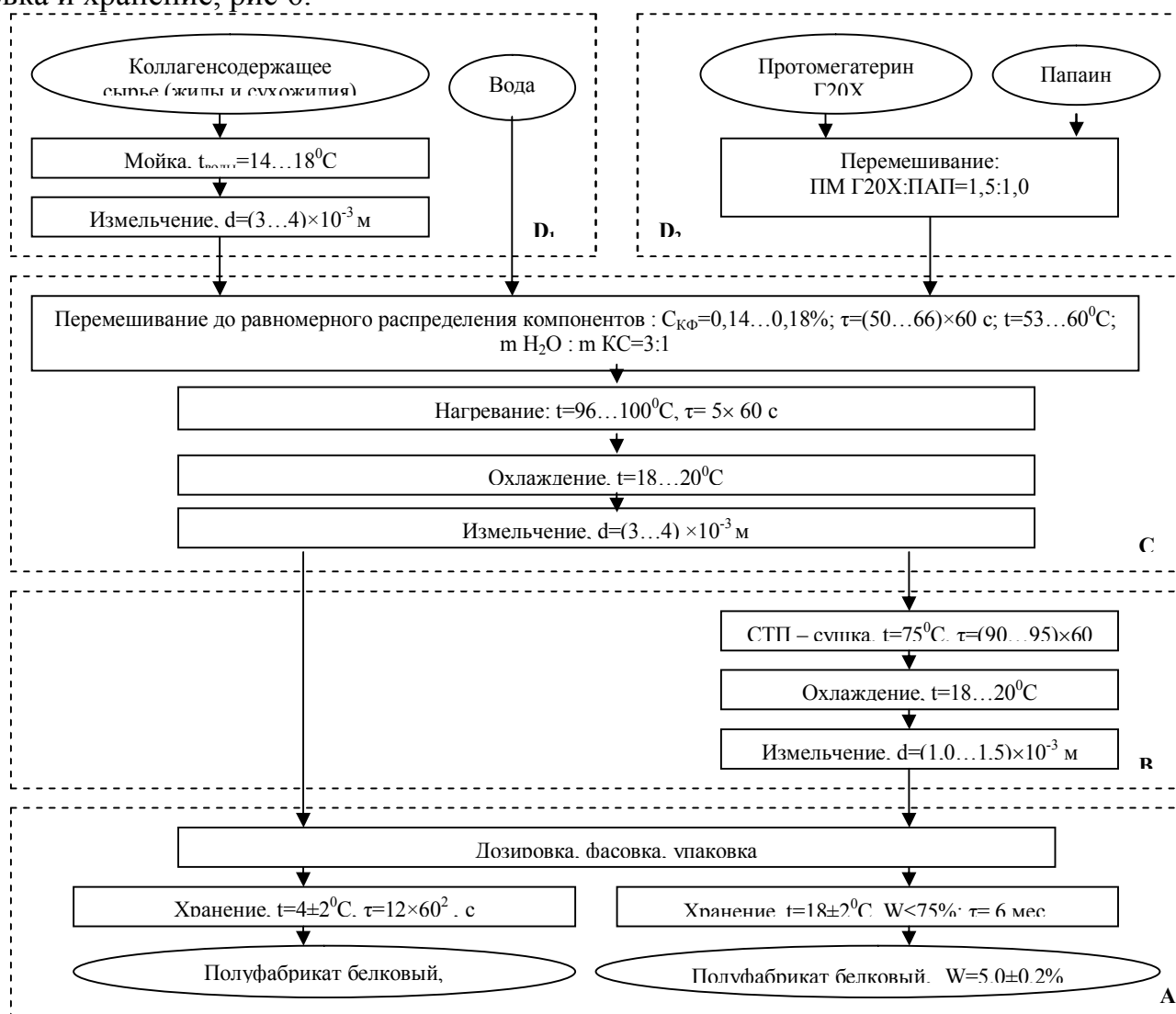


Рис. 6. Технологическая схема производства ПБ

При использовании ПБ в технологических процессах непосредственно на предприятиях, этап сушки может быть исключен.

Данная схема производства легко вписывается в работу мясных цехов, не требует закупки дорогостоящего оборудования, выделения дополнительных площадей, существенного увеличения продолжительности технологического процесса, а, следовательно, может быть легко реализована на предприятиях ресторанного хозяйства и мясной промышленности любой мощности.

Для обоснования целесообразности использования в технологиях мясных рубленых изделий и мясопродуктов ПБ необходимо было изучить его функционально-технологические свойства: способность связывать и удерживать влагу, гелеобразующую способность, эмульгирующую способность.

Экспериментальные данные по изучению влагосвязывающей способности (ВСС) в зависимости от продолжительности хранения ПБ при температуре $4\pm 2^{\circ}\text{C}$, представлены на рис. 7.

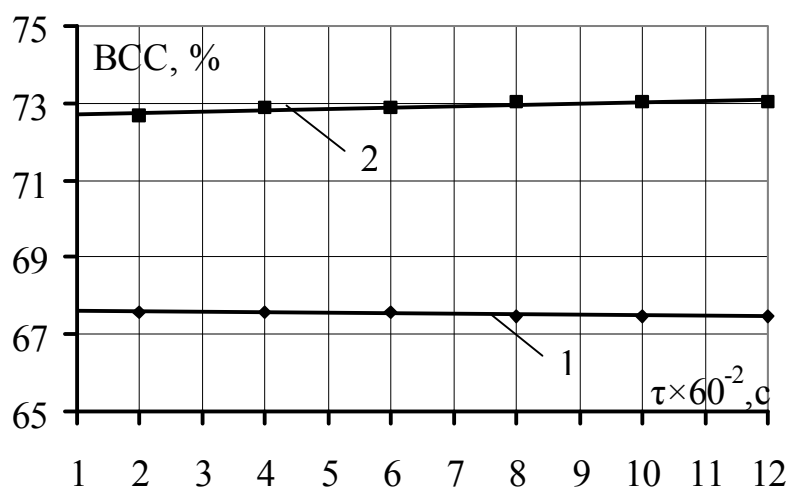


Рис. 7. Влагосвязывающая способность ПБ в процессе хранения

1 — контроль без ферментации; 2 — ПБ

Из представленных данных видно, что ВСС ПБ составляет 72,7%, что на 5,1% больше, чем в контрольном образце и в процессе хранения при температуре $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 12 часов данный показатель остается стабильным.

Полученные данные позволяют предположить, что введение ПБ в мясные фарши обеспечит повышение ВСС, выхода готовых изделий, снизит уровень потерь влаги при термообработке, позволит получить сочные изделия с органолептическими показателями, не уступающими традиционным изделиям.

Установлено, что ферментативный протеолиз приводит к увеличению показателей эмульгирующей способности (для контроля — $81\pm 2\%$, для ПБ — $84\pm 2\%$). Максимальных значений она достигает при концентрации белка в системе — 2,5% (20 г ПБ), рис 8.

Известно, что важнейшей проблемой получения продуктов с эмульсионной структурой является проблема устойчивости (стабильности) эмульсий при хранении, что во многом определяется качественными характеристиками эмульгаторов. Поэтому представляло интерес провести исследования кинетической и агрегативной устойчивости контрольного образца и ПБ при концентрации белка 2,5%, рис. 9.

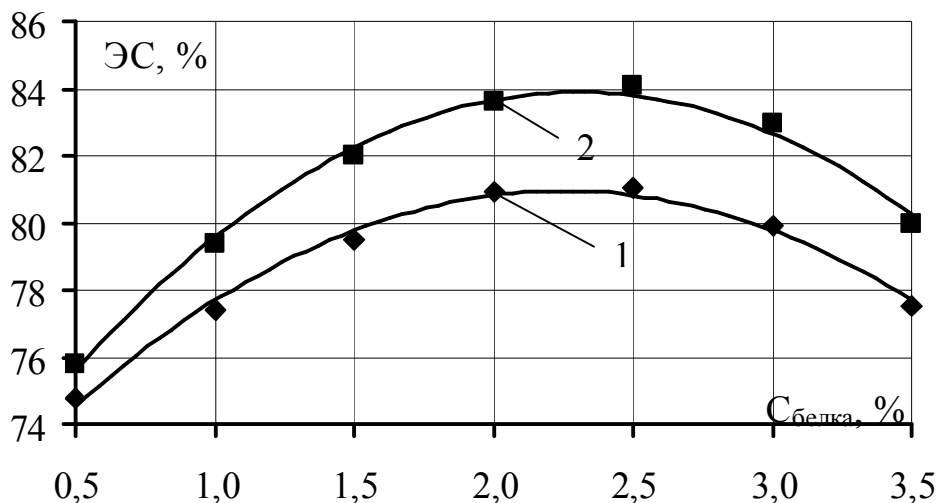


Рис. 8. Изменения эмульгирующей способности образцов при различном содержании белка в системе
1 – на основе контрольного образца; 2 – на основе ПБ

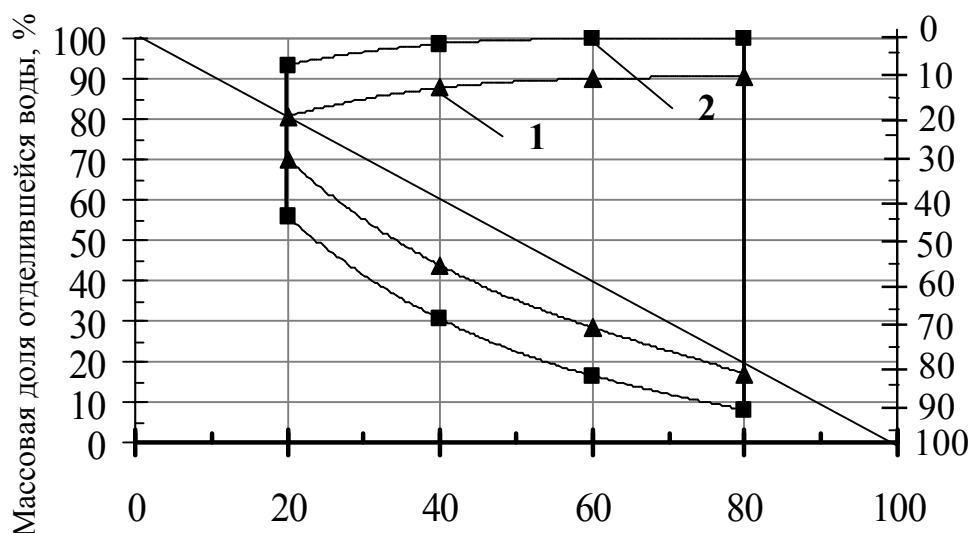


Рис. 9. Кинетическая и агрегативная устойчивость эмульсий при различном содержании жира
1 – на основе контрольного образца; 2 – на основе ПБ

Из представленных данных видно, что у эмульсий, приготовленных на основе ПБ массовая доля отделившейся водной фазы на 15% меньше (кинетическая устойчивость), а жировой фазы (агрегативная устойчивость) на 12% меньше по сравнению с контрольным образцом.

Анализ графических зависимостей позволил установить, что направленное изменение структуры белка под действием композиции ферментов позволяет обеспечить не только увеличение эмульгирующей емкости, а и высокие значения кинетической и агрегативной устойчивости, что свидетельствует о наличии более стабильной системы.

Установлено, что ферментативный протеолиз КС приводит к значительному увеличению предельного напряжения сдвига и эффективной вязкости, что свидетельствует о значительном упрочнении структуры, т.е. ее структурировании. Данные изменения связаны с воздействием композиции ферментов на коллагеновые

волокна, которое приводит к деформации трехмерной структуры коллагена и образованию более прочных связей. В результате этого происходит увеличение прочностных характеристик продукта.

Изучен химический состав ПБ. Установлено, что основная доля сухих веществ в нем приходится на белок – 87%, количество жира – незначительно, содержатся минеральные вещества, такие как кальций, фосфор, магний, калий и натрий, табл. 4.

Таблица 4 - Химический состав полуфабриката белкового

Наименование показателя	Единицы измерения	Содержание основных нутриентов в ПБ	
		W=5±0,2%	W=86±1%
Массовая доля белка	%	12,4±0,2	87,3±1,7
Массовая доля жира	%	0,9±0,1	6,3±0,1
Массовая доля влаги	%	86,5±0,9	5,0±0,1
Массовая доля золы	%	0,20±0,01	1,40±0,05
Кальций	мг%	39,0±0,7	273±5
Фосфор	мг%	19,0±0,3	132±2
Магний	мг%	34,0±0,6	238±4
Калий	мг%	42,0±0,8	294±6
Натрий	мг%	66,0±1,3	463±9

Важной характеристикой ПБ является его биологическая ценность, которую мы оценивали по содержанию общих и незаменимых аминокислот. Результаты исследований представлены в табл. 5.

Согласно полученным данным в ПБ одной из превалирующих аминокислот является глутаминовая кислота – известный вкусообразователь мясных продуктов. Также в достаточно большом количестве содержатся глицин, аланин, аспарагиновая кислота, пролин и оксипролин. Однако, следует обратить внимание на полное отсутствие триптофана и цистина, что свидетельствуют о том, что ПБ нельзя отнести к сбалансированной системе.

Однако, в последние годы рядом российских ученых – Антиповой Л.В., Гловой И.А., Роговым И.А., Журавской Н.К. получены данные, доказывающие, что замена 15-20% мяса высшего сорта белками соединительной ткани не только не вызывает снижения биологической ценности мясных продуктов, а и улучшает их перевариваемость ферментами желудочно-кишечного тракта. Несмотря на то, что ПБ не может быть адекватной заменой мышечной ткани по содержанию триптофана и цистина, возможно моделирование рецептур и получение продуктов с улучшенной аминокислотной сбалансированностью, приближенных по количественному соотношению аминокислот к требованиям ФАО/ВОЗ.

Таким образом, создание полуфабриката белкового на основе КС путем направленного ферментативного протеолиза композицией ферментов позволяет рационально использовать мясное сырье, богатое белками животного происхождения. Функционально-технологических свойства, показатели химического, аминокислотного состава и безопасности обосновывает возможность его использования в технологиях мясных рубленых изделий при сохранении высоких показателей их биологической ценности.

Список литературы: 1. Глотова И.А. Развитие научных и практических основ рационального использования коллагенсодержащих ресурсов в получении функциональных добавок, продуктов и пищевых покрытий: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. тех. наук: спец. 05.18.07 «Биотехнология пищевых продуктов» / И.А. Глотова. – Воронеж, 2004. – 43 с. 2. Ибрагимова О.Т. Получение и применение коллагеновых дисперсий в технологии мясных продуктов: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.04 «Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств» / О.Т. Ибрагимова. – Воронеж, 2003. – 23 с. 3. Витренко О.Н. Разработка технологии биомодификации коллагенсодержащего сырья для получения мясных и экструдированных мясорастительных продуктов: : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.04 «Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств» / О.Н. Витренко. – Москва, 2004. – 21 с. 4. ГОСТ 20264.2-88. Метод определения общей протеолитической активности ферментных препаратов. 5. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю.П., Маркова В.В., Грановский Ю.В. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

Поступила в редколлегию 01.09.2008

УДК 664 871; 001. 08

І.В. ЧОНИ, канд. техн. наук

ОТРИМАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНОМАНІТНИХ ГІПОТЕЗ ПРО ХАРАКТЕР ЗАЛЕЖНОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ СОУСІВ НА ЕМУЛЬСІЙНІЙ ОСНОВІ ВІД ВЛАСТИВОСТЕЙ ІНГРЕДІЄНТІВ

В статті пропонується методика дослідження соусів емульсійного типу побудована на досить простих припущеннях про характер функціональної залежності між параметрами процесів, що досліджують.

При розробленні математичних методів планування у харчовій промисловості використовуються методи геометричного та лінійного програмування побудовані на основі досить простих припущень про характер функціональної залежності між параметрами процесів, що досліджуються [1].

Задача досліджень полягає в обробленні методом найменших квадратів отриманих даних та у побудові аналітичних виразів, які представляють функціональну залежність між цими параметрами.

Процес виготовлення та розроблення рецептури соусів емульсійного типу з використанням борошна вівсяної та перлової круп, що розробляється ускладнюється тим, що властивості соусу змінюються при пропорційній зміні кількості інгредієнтів.

Аналіз показав, що на сьогоднішній день існує велика кількість різноманітних програмних засобів, які автоматизують процес досліджень.

З отриманих результатів, які опубліковані в попередній статті впливає, що аналітичні моделі основних властивостей емульсій доцільно шукати у вигляді функцій, які мають наступний вигляд:

1. В'язкість (Па):

$$y_1 = a_{11} x_1^2 + a_{12} x_1 x_3 + a_{22} x_3^2 + a_{13} x_1 + a_{23} x_3 + c$$

2. Стійкість емульсії (відсотки):

$$y_2 = a_2 x_1^2 + a_1 x_1 + b_3 x_3^3 + b_2 x_3^2 + b_1 x_3 + c$$

3. Жирність (відсотки):